

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

MÜLLER, Frithjof, E.
Müller . Hoffmann & Partner
Innere Wiener Strasse 17
81667 München
ALLEMAGNE

EINGEGANGEN
MÜLLER • HOFFMANN & PARTNER

25. April 2006

Einst

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN BERICHTS ZUR PATENTIERBARKEIT

(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr)

24.04.2006

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/013447

Internationales Anmelde datum (TagMonatJahr)
26.11.2004

Prioritätsdatum (*TagMonatJahr*)
22.12.2002

Anmelder
LITEF GMBH et al.

WICHTIGE MITTEILUNG

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten Internationalen vorläufigen Bericht zur Patentierbarkeit, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amts wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Bericht zur Patentierbarkeit enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Der Anmelder wird auf Artikel 33(5) hingewiesen, in welchem erklärt wird, daß die Kriterien für Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit, die im Artikel 33(2) bis (4) beschrieben werden, nur für die internationale vorläufige Prüfung Bedeutung haben, und daß "jeder Vertragsstaat (...) für die Entscheidung über die Patentfähigkeit der beanspruchten Erfindung in diesem Staat zusätzliche oder abweichende Merkmale aufstellen" kann (siehe auch Artikel 27(5)). Solche zusätzlichen Merkmale können z.B. Ausnahmen von der Patentierbarkeit, Erfordernisse für die Offenbarung der Erfindung sowie Klarheit und Stützung der Ansprüche betreffen.

Name und Postanschrift der mit der Internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399-0 Tx. 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Schubert-Püschel, S
Tel. +49 89 2399-5812



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Annehmers oder Anwalts 56205 Münster	WEITERES VORGEHEN <small>siehe Formblatt PCT/PEA/416</small>	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/013447	Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 26.11.2004	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 23.12.2003
Internationale Patentklassifikation (IPC) oder nationale Klassifikation und IPC INV. G01C19/56		
Annehmer LITEF GMBH et al.		
<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Annehmer gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfasst insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (<i>an den Annehmer und das Internationale Büro gesandt</i>) insgesamt 8 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften). <input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der Internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht. <p>b. <input type="checkbox"/> (<i>nur an das Internationale Büro gesandt</i>) Insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), wobei ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthalten, nur in elektronischer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p>		
<p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Berichts <input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität <input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit <input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung <input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung <input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen <input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung <input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung 		
Datum der Einreichung des Antrags 03.06.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 24.04.2006	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Springer, O Tel. +49 89 2399-2619	

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT
ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT**

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/013447

Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N) Ja: Ansprüche 1 bis 8

Nein: Ansprüche

Erfinderische Tätigkeit (IS) Ja: Ansprüche 1 bis 8

Nein: Ansprüche

Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) Ja: Ansprüche: 1 bis 8

Nein: Ansprüche;

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

siehe Beiblatt

Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT
ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT**

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/013447

Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der Sprache beruht der Bescheid auf

- der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde.
- einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
 - internationale Recherche (nach Regeln 12.3 a) und 23.1 b))
 - Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4 a))
 - internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 a) und/oder 55.3 a))

2. Hinsichtlich der Bestandteile* der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt*):

Beschreibung, Seiten

6-15	in der ursprünglich eingereichten Fassung
1-5, 5a	eingegangen am 24.10.2005 mit Schreiben vom 24.10.2005

Ansprüche, Nr.

1-8	eingegangen am 24.10.2005 mit Schreiben vom 24.10.2005
-----	--------------------------------------------------------

Zeichnungen, Blätter

1A-4/4	in der ursprünglich eingereichten Fassung
--------	-------------------------------------------

- einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung: Seite
- Ansprüche: Nr.
- Zeichnungen: Blatt/Abb.
- Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

4. Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigelegten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).

- Beschreibung: Seite
- Ansprüche: Nr.
- Zeichnungen: Blatt/Abb.
- Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
BERICHT ZUR PATENTIERBARKEIT
(BEIBLATT)**

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/013447

**Zu Punkt V: Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit,
der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit;
Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung:**

1. Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Quadraturbiaskompensation in einem Corioliskreisel und einen solchen Corioliskreisel.

2. Unabhängige Ansprüche: Ansprüche 1 (Verfahren) und 4 (Vorrichtung).

3. Stand der Technik:

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US-A-2003/061877; ROBERT E. STEWART ET AL; 3. April 2003 in Verbindung mit US-A-2003/159510; ROBERT E. STEWART ET AL; 28. August 2003

D2: WO-A-03/058167; ROBERT BOSCH GMBH; 17. Juli 2003

D3: US-A-6 067 858; CLARK ET AL; 30. Mai 2000

Dokument D1, welches als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart (die Verweise in Klammern beziehen sich auf die jeweiligen Dokumente) einen Corioliskreisel mit und ein Verfahren zur Quadraturbiaskompensation in einem Corioliskreisel (siehe den Titel), Der Corioliskreisel besitzt einen Resonator als gekoppeltes System aus einem ersten (first dither mass 87) und einem zweiten linearen Schwinger (first proof mass 89), sowie einer Einrichtung zur Erzeugung eines elektrostatischen Feldes (quadrature null regions 93, 105 und quadrature forcer electrodes 121, 127) (siehe z.B. S. 1, Absätze 14 bis 17; S. 2, Absatz 21 und Abb. 1, 2). Eine Einrichtung zur Ermittlung des Quadraturbias des Kreisels und einen Regelkreis zur Regelung des elektrostatischen Feldes, um den Quadraturbias möglichst zu verringern, ist in Dokument D1 impliziert, da das Dokument D1 für die genauere Beschreibung der Funktionsweise der Quadraturkompensation auf das Dokument US-A-2003/159510 vom gleichen Anmelder verweist. Darin (siehe z.B. S. 2, Absatz 26 bis S. 3, Absatz 30 und Abb. 2, 3) wird der Einsatz eines Regelkreises zur Regelung des elektrostatischen Feldes beschrieben. Zur Quadratur-Kompensation werden über die Einrichtung zur Erzeugung eines elektrostatischen Feldes Wechselkräfte erzeugt, die auf den Resonator wirken.

Die Dokumente D2 und D3 beschreiben ähnliche Verfahren und Corioliskreisel, bei denen ebenfalls Wechselkräfte zur Quadratur-Kompensation zum Einsatz kommen

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
BERICHT ZUR PATENTIERBARKEIT
(BEIBLATT)**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013447

(D2: siehe z.B. S. 8, letzter Absatz bis S. 16, erster Absatz und Abb. 1 bis 3 und D3: siehe z.B. Sp. 4, Z. 14 bis Sp. 8, Z. 32; Sp. 13, Z. 60 bis Sp. 15, Z. 12 und Abb. 1, 2, 7a, 7b, 7c und 14). Der Drehratensor aus Dokument D2 besteht aus einem ersten (Anregungs-)schwinger, einem zweiten (Coriolis-) schwinger und einem dritten (Detektions-)schwinger. Die elektrostatischen Kräfte werden dabei auf den zweiten Schwinger ausgeübt, wobei die dynamischen Kräfte ggf. durch statische Kräfte überlagert werden können. Einen Rahmen besitzt dieser Sensor nicht.

4. Neuheit - Artikel 33(2) PCT

4.1 Unabhängige Ansprüche 1 und 4:

Der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 1 und 4 unterscheidet sich vom nächstliegenden Stand der Technik nach Dokument D1 dadurch, dass das elektrostatische Feld eine Gleichkraft (d.h. statische Kraft) erzeugt, die eine Änderung der Ausrichtung erster Federelemente, die den ersten Schwinger am Rahmen befestigen, bewirkt und/oder eine Änderung der Ausrichtung zweiter Federelemente, die den ersten Schwinger mit dem zweiten Schwinger verbinden, bewirkt. Somit ist der Gegenstand der Ansprüche 1 und 4 neu gegenüber Dokument D1. Alle anderen Dokumente sind weniger relevant.

5. Erfinderische Tätigkeit - Artikel 33(3) PCT

5.1 Unabhängiger Anspruch 1:

Durch die spezielle Anordnung und Regelung der Elektroden zur Erzeugung einer statischen Gleichkraft wird die objektive technische Aufgabe gelöst, eine einfachere und wirkungsvollere Quadraturbias-Kompensation zu erreichen. Durch die dadurch bewirkte gegenseitige Ausrichtung der beiden Schwinger zueinander wird die Ausrichtung der Federelemente, mit denen die Schwinger verbunden sind, geändert, wodurch der Quadraturbias am Entstehungsort wirkungsvoll kompensiert wird. Dazu wird nur eine vereinfachte Elektrodenanordnung benötigt. Solch eine Elektrodenanordnung zur Erzeugung einer Gleichkraft ist aus dem zitierten Stand der Technik weder bekannt noch nahegelegt. Die Anforderungen an Artikel 33(3) PCT sind somit erfüllt.

5.2 Abhängige Ansprüche 2 bis 3 und 5 bis 8:

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 3 und 5 bis 8 betreffen zusätzliche Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 bzw. 4, auf die sie sich beziehen und werden aus diesem

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
BERICHT ZUR PATENTIERBARKEIT
(BEIBLATT)**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013447

Grund für neu und erfinderisch angesehen.

6. Industrielle Anwendbarkeit - Artikel 33(4) PCT

Die in den Ansprüchen 1 bis 8 beanspruchte Erfindung ist industriell anwendbar auf dem Gebiet der Quadraturbiaskompensation bei Corioliskreiseln.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Quadraturbias-Kompensation in einem Corioliskreisel, dessen Resonator (1) als gekoppeltes System aus einem ersten und einem zweiten linearen Schwingen (3, 4) ausgestaltet ist, wobei der erste Schwaniger (3) an einem Kreiselrahmen des Corioliskreisels durch erste Federelemente (5₁ bis 5₄) befestigt, und der zweite Schwaniger (4) an dem ersten Schwaniger (3) durch zweite Federelemente (6₁, 6₂) befestigt ist, mit den folgenden Schritten:
 - Ermitteln des Quadraturbias des Corioliskreisels,
 - Erzeugen eines elektrostatischen Felds zur Änderung der gegenseitigen Ausrichtung der beiden Schwingen (3, 4) zueinander, wobei durch das elektrostatische Feld eine Gleichkraft erzeugt wird, die eine Änderung der Ausrichtung der ersten Federelemente (5₁ bis 5₄) und/oder eine Änderung der Ausrichtung der zweiten Federelemente (6₁, 6₂) bewirkt, und die Ausrichtung/Stärke des elektrostatischen Felds so geregelt wird, dass der ermittelte Quadraturbias möglichst klein wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausrichtung der ersten Federelemente (5₁ bis 5₄) geändert wird, indem die Position/Ausrichtung des ersten Schwingens (3) durch das elektrostatische Feld geändert wird, und dass die Ausrichtung der zweiten Federelemente (6₁, 6₂) geändert wird, indem die Position/Ausrichtung des zweiten Schwingens (4) durch das elektrostatische Feld geändert wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische Feld eine Orthogonalisierung der Ausrichtungen der ersten und zweiten Federelemente (6₁, 6₂, 5₁ bis 5₄) zueinander bewirkt.
4. Corioliskreisel, mit einem ersten Resonator (1), der als gekoppeltes System aus einem ersten und einem zweiten linearen Schwingen (3, 4) ausgestaltet ist, wobei der erste Schwaniger (3) an einem Kreiselrahmen des Corioliskreisels durch erste Federelemente (5₁ bis 5₄) befestigt, und der zweite Schwaniger (4) an dem ersten Schwaniger (3) durch zweite Federelemente (6₁, 6₂) befestigt ist, mit:
 - einer Einrichtung zur Erzeugung eines elektrostatischen Felds (11₁, 11₂, 10₁ bis 10₄), durch das die Ausrichtung der beiden Schwingen (3, 4) zueinander änderbar ist, indem durch das elektrostatische Feld eine Gleichkraft erzeugt wird, die einen Ausrichtungswinkel der ersten Federelemente (5₁ bis 5₄) bezüglich des Kreiselrahmens (7₃, 7₄) und/oder einen Ausrichtungswinkel der zweiten Federelemente (6₁, 6₂) bezüglich des ersten Schwingens (3) ändert,
 - einer Einrichtung (45, 47) zur Ermittlung eines Quadraturbias des Corioliskreisels, und

Internationale Patentanmeldung PCT/EP/2004/013447 - LITEF GmbH - Unsere Akte: 56.205

-17-

- einem Regelkreis (55, 56, 57), durch den die Stärke des elektrostatischen Felds in Abhängigkeit des ermittelten Quadraturbias so geregelt wird, dass der ermittelte Quadraturbias möglichst klein wird.

5. Corioliskreisel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche zweiten Federelemente (6₁ bis 6₂), die den zweiten Swinger (4) mit dem ersten Swinger (3) verbinden, so ausgestaltet sind, dass eine Krafteinleitung von dem ersten Swinger (3) auf den zweiten Swinger (4) im Wesentlichen von einer Seite des ersten Schwingers (3) aus erfolgt.
10. Corioliskreisel nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche ersten Federelemente (5₁ bis 5₄), die den ersten Swinger (3) mit dem Kreiselrahmen (7₃, 7₄) des Corioliskreisels verbinden, parallel und in einer Ebene zueinander angeordnet sind, wobei die Anfangs- und Endpunkte der ersten Federelemente (5₁ bis 5₄) jeweils auf einer gemeinsamen Achse liegen.
15. Corioliskreisel (1') nach einem der Ansprüche 4 bis 6, gekennzeichnet durch einen zweiten Resonator (70₁, 70₂), der als gekoppeltes System aus einem ersten und einem zweiten linearen Swinger (3₁, 3₂, 4₁, 4₂) ausgestaltet ist, wobei der erste Resonator (70₁) mit dem zweiten Resonator (70₂) mechanisch/elektrostatisch so verbunden/gekoppelt ist, dass beide Resonatoren entlang einer gemeinsamen Schwingungssachse (72) gegentaktig zueinander in Schwingung versetzbare sind.
20. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgestaltungen des ersten und des zweiten Resonators (70₁, 70₂) identisch sind, wobei die Resonatoren (70₁, 70₂) achsensymmetrisch zueinander angeordnet sind bezüglich einer Symmetriechse (73), die senkrecht auf der gemeinsamen Schwingungssachse (72) steht.
25. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgestaltungen des ersten und des zweiten Resonators (70₁, 70₂) identisch sind, wobei die Resonatoren (70₁, 70₂) achsensymmetrisch zueinander angeordnet sind bezüglich einer Symmetriechse (73), die senkrecht auf der gemeinsamen Schwingungssachse (72) steht.

-1-

Verfahren zur Quadraturbias-Kompensation in einem Corioliskreisel sowie dafür geeigneter Corioliskreisel

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Quadraturbias-Kompensation in einem Corioliskreisel sowie einen dafür geeigneten Corioliskreisel.

Corioliskreisel (auch Vibrationskreisel genannt) werden in zunehmendem Umfang zu Navigationszwecken eingesetzt; sie weisen ein Massensystem auf, das in Schwingungen versetzt wird. Jedes Massensystem hat in der Regel eine Vielzahl von Schwingungsmoden, die zunächst voneinander unabhängig sind. Zum Betrieb des Corioliskreisels wird ein bestimmter Schwingungsmodus des Massensystems künstlich angeregt, der im Folgenden als "Anregungsschwingung" bezeichnet wird. Wenn der Corioliskreisel gedreht wird, treten Corioliskräfte auf, die der Anregungsschwingung des Massensystems Energie entnehmen und damit einen weiteren Schwingungsmodus des Massensystems, der im Folgenden als "Ausleseschwingung" bezeichnet wird, übertragen. Um Drehungen des Corioliskreisels zu ermitteln, wird die Ausleseschwingung abgegriffen und ein entsprechendes Auslesesignal daraufhin untersucht, ob Änderungen in der Amplitude der Ausleseschwingung, die ein Maß für die Drehung des Corioliskreisels darstellen, aufgetreten sind. Corioliskreisel können sowohl als Open-Loop-System als auch als Closed-Loop-System realisiert werden. In einem Closed-Loop-System wird über jeweilige Regelkreise die Amplitude der Ausleseschwingung fortlaufend auf einen festen Wert – vorzugsweise Null – rückgestellt, und die Rückstellkräfte gemessen.

Das Massensystem des Corioliskreisels (das im Folgenden auch als "Resonator" bezeichnet wird) kann hierbei unterschiedlichst ausgestaltet sein. Beispielsweise ist es möglich, ein einstückig ausgebildetes Massensystem zu verwenden. Alternativ ist es möglich, das Massensystem in zwei Schwinger aufzuteilen, die miteinander über ein Federsystem gekoppelt sind und Relativbewegungen zueinander ausführen können. Beispielsweise ist es bekannt, ein gekoppeltes System aus zwei linearen Schwingern zu verwenden, das auch als lineares Doppelschwinger-System bezeichnet wird. Verwendet man ein derartiges gekoppeltes System, so sind aufgrund von Fertigungstoleranzen Fehlausrichtungen der beiden Schwinger zueinander unvermeidlich. Die Fehlausrichtungen der beiden Schwinger zueinander erzeugen einen Nullpunktfehleranteil im gemessenen Drehratensignal, den sogenannten "Quadraturbias" (genauer gesagt: einen Quadraturbias-Anteil).

Zur Kompensation des Quadraturbias kommen Verfahren zum Einsatz, wie sie beispielsweise in den Druckschriften US-A-2003/061877, WO-A-03/058167 sowie US-A-6,067,858 gezeigt sind. In diesem Verfahren werden zur Kompensation des Quadraturbias Wechselkräfte eingesetzt.

-2-

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist es, ein Verfahren und einen Corioliskreisel anzugeben, mit dem ein derartiger Quadraturbiasanteil kompensiert werden kann.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Quadraturbias-Kompensation für einen Resonator mit zwei linearen Schwingern gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weiterhin stellt die Erfindung eine dafür geeignete Ausführungsform eines Corioliskreisels gemäß Patentanspruch 4 bereit. Vorteilhafte Ausgestaltungen bzw. Weiterbildungen des Erfindungsgedankens finden sich in
 10 jeweiligen Unteransprüchen.

Um ein besseres Verständnis des technischen Hintergrunds des erfindungsgemäßen Verfahrens zu bekommen, sei in der folgenden Beschreibung nochmals kurz auf die physikalischen Grundlagen eines Corioliskreisels anhand des Beispiels eines linearen Doppelschwingersystems eingegangen.
 15

Die Corioliskraft lässt sich darstellen als:

$$\vec{F} = 2m\vec{v}_s \times \vec{\Omega} \quad (1)$$

20 \vec{F} Corioliskraft
 m Masse des Schwingers
 \vec{v}_s Geschwindigkeit des Schwingers
 $\vec{\Omega}$ Drehrate

25 Ist die auf die Corioliskraft reagierende Masse gleich der schwingenden Masse und wird der Swinger mit der Eigenfrequenz ω betrieben, so gilt:

$$2m\vec{v}_s \times \vec{\Omega} = m\vec{a}_c \quad (2)$$

30 Für die Swingergeschwindigkeit gilt:

$$\vec{v}_s = \vec{v}_{s0} \sin \omega t \quad (3)$$

mit

\vec{v}_{s0} Swingeramplitude

35 ω Eigenfrequenz des Schwingers

Somit gilt für die Swinger- und Coriolisbeschleunigungen:

-3-

$$\ddot{a}_r = \bar{v}_{s0} \omega \cos \omega t$$

$$\ddot{a}_\theta = 2\bar{v}_{s0} \sin \omega t \times \bar{\Omega} \quad (4)$$

Damit stehen die beiden Beschleunigungsvektoren räumlich senkrecht aufeinander und sind in der Zeitfunktion um 90° gegeneinander versetzt (räumliche und zeitliche Orthogonalität).

Diese beiden Kriterien können benutzt werden, um die Schwingerbeschleunigung \ddot{a}_s von der Coriolisbeschleunigung \ddot{a}_c zu trennen. Das Verhältnis der o. g. Beschleunigungsamplituden a_c und a_s beträgt:

$$\frac{a_c}{a_s} = \frac{2\bar{\Omega}}{\omega} \quad (5)$$

Für eine Drehrate $\bar{\Omega} = 5^\circ/\text{h}$ und eine Eigenfrequenz des Schwingers $f_s = 10 \text{ KHz}$ ergibt sich:

$$\frac{a_c}{a_s} = 7,7 \cdot 10^{-10} \quad (6)$$

Für eine Genauigkeit von $5^\circ/\text{h}$ dürfen unerwünschte Kopplungen des ersten Schwingers auf den zweiten Schwinger höchstens $7,7 \cdot 10^{-10}$ betragen oder auf diesem Wert konstant sein. Verwendet man ein Massensystem aus zwei linearen Schwingern, die über Federelemente miteinander gekoppelt sind, so ist die Genauigkeit der räumlichen Orthogonalität aufgrund der Fehlausrichtung der Federelemente zwischen Schwing- und Messmode begrenzt. Die erreichbare Genauigkeit (durch Fertigungstoleranzen begrenzt) beträgt 10^{-3} bis 10^{-4} . Die Genauigkeit der zeitlichen Orthogonalität wird durch die Phasengenauigkeit der Elektronik bei z. Bsp. 10 KHz begrenzt, die ebenfalls nur auf höchstens 10^{-3} bis 10^{-4} einzuhalten ist. Daraus folgt, dass das oben definierte Verhältnis der Beschleunigungen nicht eingehalten werden kann.

Realistisch ergibt sich ein Fehler des gemessenen Beschleunigungsverhältnisses a_c/a_s von

$$\frac{a_c}{a_s} = 10^{-6} \text{ bis } 10^{-8} \quad (7)$$

Der räumliche Fehler resultiert in einem sogenannten Quadraturbias B_0 , der mit dem zeitlichen Phasenfehler Δ_ϕ einen Bias B ergibt:

$$B_0 = 6,5 \cdot 10^6 ^\circ/\text{h} \text{ bis } 6,5 \cdot 10^5 ^\circ/\text{h}$$

$$\Delta_\varphi = 10^{-3} \text{ bis } 10^{-4}$$

5

(8)

$$B = B_0 \cdot \Delta_\varphi = 6.500 ^\circ/\text{h} \text{ bis } 65 ^\circ/\text{h}$$

10 Somit bewirkt der Quadraturbias eine starke Einschränkung der Messgenauigkeit. Dabei ist anzumerken, dass o. g. Fehlerbetrachtung nur die direkte Koppelung vom Schwing- in den Auslesemodus berücksichtigt. Es existieren noch weitere Quadraturbiasanteile, die beispielsweise durch Kopplungen mit anderen Schwingungsmoden entstehen.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Quadraturbias-Kompensation lässt sich insbesondere auf Corioliskreisel anwenden, deren Resonatoren als gekoppelte Systeme aus wenigstens einem ersten und einem zweiten linearen Schwinger ausgestaltet sind, und weist die folgenden Schritte auf:

20 - Ermitteln des Quadraturbias des Schwingersystems, und
 - Erzeugen eines elektrostatischen Felds zur Änderung der gegenseitigen Ausrichtung der beiden Schwinger zueinander, wobei die Ausrichtung/Stärke des elektrostatischen Felds so geregelt wird, dass der ermittelte Quadraturbias möglichst klein wird.

25 Hierbei wird vorzugsweise der gesamte Quadraturbias des Schwingersystems ermittelt. Dies erfolgt vorzugsweise durch Demodulation eines durch Ausleseelektronen erzeugten Auslesesignals mit 0° und entsprechender Rückstellung. Alternativ ist es möglich, gezielt nur den Teil des Quadraturbias zu ermitteln, der durch die Fehlausrichtung der beiden linearen Schwinger zueinander bewirkt wird. Der Begriff "Quadraturbias" beinhaltet beide Alternativen.

30 Der Quadraturbias wird also am Entstehungsort selbst eliminiert, d. h. mechanische Fehlausrichtungen der beiden Schwinger zueinander werden durch eine elektrostatische Kraft, die auf einen oder beide Schwinger wirkt und durch das elektrostatische Feld erzeugt wird, kompensiert.

35 Der Corioliskreisel weist erste und zweite Federelemente auf, wobei der erste Schwinger durch die ersten Federelemente mit einem Kreiselrahmen des Corioliskreisels verbunden ist, und der zweite Schwinger durch die zweiten Federelemente mit dem ersten Schwinger verbunden ist. Das elektrostatische Feld bewirkt hierbei eine Änderung der Ausrichtung der ersten Federelemente und/oder eine Änderung der Ausrichtung der zweiten Federelemente. Vorzugsweise wird die Ausrichtung der zweiten Federelemente geändert, indem die Positi-

on/Ausrichtung des zweiten Schwingers durch das elektrostatische Feld geändert wird. Analog hierzu wird die Ausrichtung der ersten Federelemente vorzugsweise dadurch geändert, dass die Position/Ausrichtung des ersten Schwingers durch das elektrostatische Feld geändert wird. Die Änderung der Positionen/Ausrichtungen der Swinger bewirken hierbei eine Verbiegung der Federelemente, die an den Schwiegern befestigt sind, womit entsprechende Ausrichtungswinkel der ersten zu zweiten Federelementen korrigiert werden können.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden durch das elektrische Feld die Ausrichtungswinkel der ersten und zweiten Federelemente so geändert, dass eine Orthogonalisierung der Ausrichtungen der ersten und zweiten Federelemente zueinander bewirkt wird. Ist eine derartige Orthogonalisierung erreicht, so ist der dadurch erzeugte Quadraturbias(anteil) kompensiert. Bei weiteren Beiträgen zum Quadraturbias wird der Fehlwinkel zur Orthogonalität so eingestellt, dass der gesamte Quadraturbias verschwindet. Vorzugsweise werden die Ausrichtungswinkel der zweiten Federelemente bezüglich des ersten Schwingers durch das elektrostatische Feld geändert, und die Ausrichtungswinkel der ersten Federelemente bezüglich des Kreiselrahmens des Corioliskreisels nicht geändert. Es ist jedoch auch möglich, durch das elektrostatische Feld lediglich die Ausrichtungswinkel der ersten Federelemente zu ändern, oder die Ausrichtungswinkel sowohl der ersten als auch der zweiten Federelemente zu ändern.

Das erfindungsgemäße Verfahren stellt ferner einen Corioliskreisel bereit, dessen Resonator als gekoppeltes System aus wenigstens einem ersten und einem zweiten linearen Swinger ausgestaltet ist, und der

- eine Einrichtung zur Erzeugung eines elektrostatischen Felds, durch das die Ausrichtung der beiden Swinger zueinander änderbar ist,
- eine Einrichtung zur Ermittlung eines Quadraturbias, der durch Fehlausrichtungen der beiden Swinger zueinander und weiteren Kopplungsmechanismen verursacht wird, und
- einen Regelkreis aufweist, wobei der Regelkreis die Stärke des elektrostatischen Felds in Abhängigkeit des ermittelten Quadraturbias so regelt, dass der ermittelte Quadraturbias möglichst klein wird.

Der Corioliskreisel weist erste und zweite Federelemente auf, wobei die ersten Federelemente den ersten Swinger mit dem Kreiselrahmen des Corioliskreisels verbinden, und die zweite Federelemente den zweiten Swinger mit dem ersten Swinger verbinden. Die Ausrichtungen der ersten und zweiten Federelemente verlaufen hierbei vorzugsweise senkrecht zueinander. Die Federelemente können hierbei eine beliebige Form aufweisen.

- 5a -

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den zweiten Schwinger am ersten Schwinger "einseitig" zu befestigen bzw. einzuspannen. "Einseitig eingespannt" kann hierbei sowohl wörtlich als auch in einem allgemeinen Sinn verstanden werden. Allgemein bedeutet "einseitig" befestigt bzw. eingespannt, dass die Krafeinleitung von dem ersten Schwinger auf den zweiten Schwinger im Wesentlichen von einer "Sei-

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY (Chapter II of the Patent Cooperation Treaty)

Applicant's or agent's file reference 56205 MU/pn	FOR FURTHER ACTION		See Form PCT/IPEA/416
International application No. PCT/EP2004/013447	International filing date (day/month/year) 28.11.2004	Priority date (day/month/year) 23.12.2003	
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC INV. G01C19/56			
Applicant LITEF GMBH et al.			

<p>1. This report is the International preliminary examination report, established by this International Preliminary Examining Authority under Article 35 and transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.</p> <p>3. This report is also accompanied by ANNEXES, comprising:</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (<i>sent to the applicant and to the International Bureau</i>) a total of 8 sheets, as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications authorized by this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of Administrative Instructions). <input type="checkbox"/> sheets which supersede earlier sheets, but which this Authority considers contain an amendment that goes beyond the disclosure in the International application as filed, as indicated in item 4 of Box No. I and the Supplemental Box. <p>b. <input type="checkbox"/> (<i>sent to the International Bureau only</i>) a total of (indicate type and number of electronic carrier(s)), containing a sequence listing and/or tables related thereto, in computer readable form only, as indicated in the Supplemental Box Relating to Sequence Listing (see Section 802 of the Administrative Instructions).</p>
<p>4. This report contains indications relating to the following items:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Box No. I Basis of the report <input type="checkbox"/> Box No. II Priority <input type="checkbox"/> Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability <input type="checkbox"/> Box No. IV Lack of unity of invention <input checked="" type="checkbox"/> Box No. V Reasoned statement according to Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement <input type="checkbox"/> Box No. VI Certain documents cited <input checked="" type="checkbox"/> Box No. VII Certain defects in the international application <input type="checkbox"/> Box No. VIII Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 03.06.2005	Date of completion of this report 24.04.2006
Name and mailing address of the IPEA/ European Patent Office D-80298 Munich Tel. (+ 49-89) 2399-0, Tx: 523656 epmu d Fax: (+ 49-89) 2399-4465	Authorized officer Springer, O Tel. +49 89 2399-2619

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITYInternational application No.
PCT/EP2004/013447**Box No. I. Basis of the report**

1. With regard to the language, this report is based on the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.
 - This report is based on translations from the original language into the following language , which is the language of a translation furnished for the purposes of:
 - International search (under Rules 12.3 and 23.1(b)).
 - publication of the international application (under Rule 12.4).
 - International preliminary examination (under Rules 55.2 and/or 55.3).
2. With regard to the elements of the international application, this report is based on (replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report):

Description, pages

6-15 as originally filed

1-5, 5a received on 24.10.2005 with the letter of 24.10.2005

Claims, No.

1-8 received on 24.10.2005 with the letter of 24.10.2005

Drawings, sheets

1/4-4/4 as originally filed

- a sequence listing and/or any related table(s) – see Supplemental Box Relating to Sequence Listing.

3. The amendments have resulted in the cancellation of:
 - the description, pages
 - the claims, Nos.
 - the drawings, sheets/figs
 - the sequence listing (specify):
 - any table(s) related to sequence listing (specify):
4. This report has been established as if (some of) the amendments annexed to this report and listed below had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)):
 - the description, pages
 - the claims, Nos.
 - the drawings, sheets/figs
 - the sequence listing (specify):
 - any table(s) related to sequence listing (specify):

* If item 4 applies, some or all of those sheets may be marked "superseded."

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITYInternational application No.
PCT/EP 2004/001639**Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or
Industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1 to 8	YES
	Claims		NO
Inventive Step (IS)	Claims	1 to 8	YES
	Claims		NO
Industrial Applicability (IA)	Claims	1 to 8	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations (Rule 70.7)

see separate sheet

Box No. VIII Certain observations in the International application

The following observations on the clarity of the claims, descriptions, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

see separate sheet

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.